

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 06-209290

(43)Date of publication of application : 26.07.1994

(51)Int.Cl.

H04B 10/04

H04B 10/08

(21)Application number : 05-196683

(71)Applicant : AMERICAN TELEPH & TELEGR CO  
<ATT>

(22)Date of filing : 15.07.1993

(72)Inventor : YEATES PAUL D

(30)Priority

Priority number : 92 916934

Priority date : 20.07.1992

Priority country : US

## (54) OPTICAL SUB-SYSTEM

(57)Abstract:

PURPOSE: To give a desired optimum value by providing a means which optimizes the performance of an optical communication system from the viewpoint of the change of various operation environments and especially using an incorporated micro controller to optimize the performance of an optical sub-system.

CONSTITUTION: In an optical sub-system 12, values of plural operation parameters included in this sub-system are changed as functions of changes in environments where the optical sub-system is placed, and a microprocessor 14 is provided which is mounted in the optical sub-system and includes a memory which is so programmed that optimum values of operation parameters to a prescribed set of environmental conditions are stored. In response to plural operation parameters, the microprocessor 14 compares plural operation parameters with optimum values stored in the memory and presents optimum values of operation parameters to the sub-system.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 09.05.1996

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.02.1999

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]



(特開平 06-209290)

(1)

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光入力信号に応答して、光出力信号を生成する光サブシステム（12）において、この光サブシステム内に含まれる複数の動作パラメータは、光サブシステムの置かれる環境内の変化の関数としてその値を変化させ、前記光サブシステム内に搭載され、環境条件の所定のセットに対する動作パラメータの最適値を含むよう、プログラムされたメモリを含むマイクロプロセッサ（14）を有し、前記マイクロプロセッサは複数の動作パラメータに応答して、前記複数の動作パラメータをメモリ内に記憶された最適値と比較し、前記動作パラメータの最適値を前記サブシステムに提供することを特徴とする光サブシステム。

## 【請求項 2】

前記マイクロコントローラのメモリは、動作パラメータの最適値を含むよう初期のテスト期間の間、プログラムされたROMチップ（26）を含むことを特徴とする請求項1のサブシステム。

## 【請求項 3】

前記マイクロコントローラはメモリ内に記憶された値を書換え、動作パラメータの他の所定値を光サブシステムに提供する手段さらにを含むことを特徴とする請求項1のサブシステム。

## 【請求項 4】

前記サブシステムは、再生器であることを特徴とする請求項1のサブシステム。

## 【請求項 5】

前記サブシステムは、ドープ光ファイバ増幅器であることを特徴とする請求項1のサブシステム。

## 【請求項 6】

前記サブシステムは、レーザ伝送器であることを特徴とする請求項1のサブシステム。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【産業上の利用分野】

本発明は光サブシステムの性能の最適値を得る方法に関し、特に、最適値を提供するマイクロコントローラを用いる装置に関する。

## 【0002】

## 【従来の技術】

多くの光通信システムにおいて、様々なサブシステム装置（例えば、伝送器、受信器、増幅器、再生器）のサブシステムは、その性能が周囲温度、装置の経年変化、電力源の変動、入力信号のレベル等（以下環境変化と称する）の関数として変化する。アナログフィードバック回路は、ある状況においては、例えばレーザ伝送器に印加されるバイアス電圧を制御したり、受信器プリアンプのトランスインピーダンスのゲイン

(2)

を制御したり、光増幅器のゲインを制御したり、それらを組み合わせたものを制御するような適切な制御レベルを提供するためにしばしば用いられる。

## 【0003】

米国特許第4924191号明細書はこのアナログフィードバック回路（この場合には、光システムではなく、電力増幅器であるが）に関連する様々な問題に対する解決法を教示している。ここに開示されたように、電力増幅器の動作バイアス点はコンピュータメモリ内に記憶されている。テスト期間（入力信号が遮断された場合）の間、テスト信号は電力増幅器を介して伝送され、テストバイアス点が測定される。このテストバイアス点は、その後、コンピュータにより、メモリ内に記憶された動作バイアス点と比較される。もし、それらが異なる場合には、このメモリは更新され、このテストバイアス値を記憶し、増幅器の動作モードは再スタートする。この更新された値は、次のテスト期間が始まるまで、増幅器をバイアスするのに使用される。別法として、コンピュータは、ユーザによりプログラムされ、テストモードをバイパスし、ユーザが供給するバイアス電圧値を用いて連続的に動かされる。前記の特許に開示された装置の一つの問題点は、電力増幅器は、しばしばその運転を中止して、新たな動作パラメータを得るためにテストされる。多くの光通信システムの装置においては、このような動作の中断は許されない。

## 【0004】

## 【発明が解決しようとする課題】

従って、本発明の目的は、様々な動作環境の変化の観点から光通信システムの性能を最適化する手段を提供し、それにより、従来のアナログフィードバック回路でとった解決法に関連する様々な欠点を回避しようとするものである。さらに、本発明は光サブシステムの性能を最適化することに関し、特に、内蔵型マイクロコントローラを用いて、所望の最適値を与えることである。

## 【0005】

## 【課題を解決するための手段】

本発明の光サブシステム12は、この光サブシステム内に含まれる複数の動作パラメータは、光サブシステムの置かれる環境内の変化の関数としてその値を変化し、前記光サブシステム内に搭載され、環境条件の所定のセットに対する動作パラメータの最適値を含むよう、プログラムされたメモリを含むマイクロプロセッサ14を有し、前記マイクロプロセッサは複数の動作パラメータに応答して、前記複数の動作パラメータをメモリ内に記憶された最適値と比較し、前記動作パラメータの最適値を前記サブシステムに提供することを特徴とする。

## 【0006】

(特開平 06-209290)

(3)

## 【実施例】

図 1 において、本発明により光サブシステムのマイクロコントローラ部分を初期化プログラムする製造ライン 10 が図示されている。本発明においては、ある光サブシステムは実際に使用する前に、このサブシステムがその製品寿命の間にわたって受ける環境変化のあらゆる範囲の試験を行なわれる。多くの応用において、最も重要な環境変化は、周囲温度、入力信号パワーレベルとこのサブシステム内の個別の素子の経年変化である。製造ライン 10 は、この光サブシステムを所定の環境変化に曝すための装置で、これらの環境変化の関数として、サブシステム内のパラメータの変化を記録する。その後、この組み込まれたマイクロコントローラは実際の環境変化として、サブシステムの性能を模擬する。

## 【0007】

この図の製造ライン 10 において、光サブシステム 12 (例えば、レーザトランスミッタ、APD 受信機、光増幅器、また再生器) は、マイクロコントローラ 14 を有し、それらはオープン 16 に配置される。テストセットコンピュータ 18 が、製造ライン 10 に具備され、このテストセットコンピュータ 18 は、検査されるサブシステムの特定なタイプに必要なテスト範囲を完全に含むように初期化プログラムされる。その後、このテストセットコンピュータ 18 は、テストプログラムをマイクロコントローラ 14 に伝送する。またテストセットコンピュータ 18 は、オープン 16 にも、あるいはさらに様々な他の外部テスト装置 (例えば、入力信号減衰器) にも直接接続される。例えば、このテストセットコンピュータ 18 は、BER (Bit Error Rate) テストモニタ 20 にも接続される。この BER テストモニタ 20 は、検査されるべき特定のそれぞれの温度で、一般的 (最悪の場合) のテスト信号に対する最低のビットエラーレート (BER) を検出するために使用される。付属のテスト装置 22 を用いて、最低のビットエラーレートに到達するまで、光サブシステム 12 の動作パラメータ (例えば、バイアス電圧、素子温度、トランスインピーダンスゲイン) を変化させる。一旦それが決まると、ある温度 (入力信号レベル) での最適性能を有する動作パラメータが、テストセットコンピュータ 18 を介して ROM プログラム 24 に伝送される。この ROM プログラム 24 内には ROM チップのような ROM 26 が含まれ、この ROM 26 は、データを記憶するようプログラムされる。その後 ROM 26 はテストが完了すると、マイクロコントローラ 14 内に組み込まれる。選択的にテストプロセスによって生成され、テストセットコンピュータ 18 に伝送されたデータは図 1 に示すようにデータ表示装置 28 内で所望の形態 (例えば、可視ディスプレイ、プロット、グラフ、表等) で表示される。

(4)

テストプロセスの完了後、ROM 26 はマイクロコントローラ 14 内に組み込まれて、最終の光サブシステムとしてパッケージされる。

## 【0008】

図 2 には本発明によるマイクロコントローラ 32 を搭載した再生器 30 が図示されている。この再生器 30 の動作をまず説明し、その後マイクロコントローラ 32 の利用法について述べる。この再生器 30 は、光通信システム内で用いられて、発信器と受信器との間を転送する光信号を保持 (あるいは再生) するために用いられる。この再生器 30 は、光ファイバを伝播する光信号を受信し、この光信号を電気信号に変換して、電気信号を再生し、論理 1 と論理 0 との間の急峻な変化を含むよう電気信号を再生し、最終的に電気信号を光ファイバ内に再結合される光信号を再変換する。このプロセスを図 2 で説明する。入力光データ信号 I は、受信器 34 の入力に加えられ、この受信器 34 は、光信号を電気信号に変換する。この電気信号 E は、デザイン回路 36 の入力として加えられ、このデザイン回路 36 はその回路を通過することにより、各データビットの論理値を決定する。デザイン回路 36 からの二つの出力は Data と  $\overline{\text{Data}}$  (Data の上付きのバーを表す論理否定である) とに分けられる。クロック信号は電気信号 E から取り出される。図 2 の再生器 30 は、図 2 に示すように直列に接続された排他的 OR ゲート 38、SAW フィルタ 40、位相シフタ 42 を用いて、クロック再生を行なう。位相シフタ 42 からの出力即ち再生されたクロック信号 CLK は、デザイン回路 36 の入力信号としてフィードバックされて、データ出力信号の正確なタイミングを提供する。クロック信号 CLK は、個別の出力信号として出現し、「ALARM」信号として伝送ロスを示す信号を再生する。アラームユニット 44 を用いてクロック信号 CLK と基準電圧とを比較して、アラーム信号を生成する。

## 【0009】

このマイクロコントローラ 32 を用いて再生器 30 の様々な動作パラメータをモニタし、これらのパラメータを調整して、環境の変化に応じて再生器 30 の性能を連続的に最適化する。これらのパラメータの例は以下に述べる。しかし、これらのパラメータは単なる一実施例で、他のパラメータを測定して本発明による最適化を提供することもできる。図 2 の受信器 34 において、マイクロコントローラ 32 の周囲温度 T と光電流  $I_R$  は動作パラメータとしてマイクロコントローラ 32 に伝送され、ROM 46 (すでにプログラム化されている) を用いて、最適の受信器 34 のフィードバック電圧 ( $V_{fb}$ ) と光検知器バイアス電圧 ( $V_{APD}$ ) とを決定する。実際に搭載する前に、再生器 30 を様々な動作条件のもとでテストして、パラメータ (例

(特開平 06-209290)

(5)

例えば、フェードバック電圧及び光検知器バイアス電圧)を測定して、様々な条件のもとで最適値を決定する。搭載後、マイクロコントローラ32はそのメモリ内にこれらの動作条件の最適値を記憶する。それ故に、受信器34に入力される基準電圧(例えば、温度の関数として)を連続的に調整することによりその性能を最適化することができる。図2に示すように、 $V_{fd}$ と $V_{APD}$ とは、マイクロコントローラ32からの単なる一対の出力である。デザイン回路36からの出力を制御するために用いられるしきい電圧 $V_{Data}$ と $V_{clk}$ とはこれらの電圧は温度の関数として変化するためにマイクロコントローラ32により決定される。アラームユニット44用の基準電圧( $V_{alm,ref}$ )は、マイクロコントローラ32に示されるようにセットされて、クロック信号の実際の電力レベル( $V_{alm}$ )はデータとしてマイクロコントローラ32に送られる。デューティサイクルディテクタ48がクロック出力ラインに挿入されて、信号の平均DC値を決定し、このデューティサイクルディテクタ48で、DC電圧( $V_{DC}$ )はデータとしてマイクロコントローラ32に転送される。

## 【0010】

本発明の別の特徴としては、搭載後マイクロコントローラ32の動作を変更することができ、ある動作パラメータの値を決定して、所望の動作レベルを提供するように変更することができる(受信器34の最大の感受性を保証するために $V_{APD}$ を最大化する)。図2に示すように端子50はマイクロコントローラ32に接続されて、ROM46をディスエーブルして、マイクロコントローラ32からの様々な出力を決定し、あるいは変更する。

## 【0011】

図3には光ファイバ増幅器60のブロック図が示してある。入力光データ信号 $I_{IN}$ と光ポンプ信号 $I_P$ が同時入力として希土類でドープされた光ファイバに入力される。特定波長(例えば、 $\lambda_{pump}=0.98\mu m$ )のポンプ信号 $P$ は、光データ信号を増幅させる。光入力信号 $I_{IN}$ と第1のポンプ信号 $I_{P1}$ は、第1波長マルチプレクサ62に介して、ドープされた光ファイバ64に入力される。この増幅は、ポンプ信号の伝播方向とは無関係であるので、第2のポンプ信号 $I_{P2}$ が第2波長マルチプレクサ66によりドープされた光ファイバ64の他端に入力される。このポンプ信号により光データ信号のゲインを増加させる。かくして光ファイバ増幅器60からの出力は増幅されて、入力信号の $I_{AMP}$ となる。

## 【0012】

上記の問題点は、ポンプレーザ源は経年変化により、ポンプレーザの可能な出力パワーが減少し、あるいはポンプレーザの波長がドリフトする。光ファイバ増幅器の使用環境下で用いられると、ポンプ波長は所定の

(6)

値に保持されるのが好ましい。それは、ゲイン量はその波長におけるラマンミッキングであるからである。それ故に、本発明によればマイクロコントローラ68は、光ファイバ増幅器60内に搭載されて、ポンプレーザの性能をモニタし、連続的に最適化するのに利用される。図3においては二つのポンプレーザのみが示されているが、光ファイバ増幅器は如何なる数のポンプレーザを用いてもよい。

## 【0013】

上述の再生器の構成において、光ファイバ増幅器60のマイクロコントローラ68は、まず図1の製造ライン10のような装置を用いてプログラム入力される。ドープされた光ファイバのサブシステムにおいて用いられるようにテストセットコンピュータ18を用いて、環境条件の変化の関数として、ポンプソース70と72に関連する動作パラメータを変更する。ROMプログラマ24内のROMチップのようなROM74が所望の動作パラメータの値を記憶するようにプログラムされて、その後マイクロコントローラ68内に搭載される。例えば、ポンプソース70と72において、入力バイアス電流( $I_{bias}$ )の関数としての光出力( $L$ )はデータ点で決定され、固定波長における十分なパワーを維持するための最適バイアス電流が記録されて、ROM74内に記憶される。図1においてBERテストは、このために $L-I$ テストで置き換えてもよい。図3に示すように実際に配置した後、ポンプソース70と72に関連する各バックフェースモニタBFM(図示せず)により生成された電気信号は、マイクロコントローラ68への入力として検知され、このマイクロコントローラ68は、この情報を各ポンプレーザに入力されるバイアス電流として制御する。一対の熱電子クーラ76、78はポンプソース70と72にそれぞれ関連して用いられ、レーザ源の局部温度に合わせて、最大の出力パワーが得られるように維持する。上記の生成器の構成において、マイクロコントローラ68は外部端子80に接続してもよい。そしてこの外部端子80をROM74の動作を書換え、光ファイバ増幅器60により用いされる別の所定の動作パラメータを提供する。

## 【0014】

上記は単なる一実施例であるが、マイクロコントローラを所望の光サブシステムとともに用いて、光サブシステムの動作環境の様々な変化の関数として、自己同調し、性能を最適化するようにしてもよい。例えば、このマイクロコントローラをレーザトランスミットとともにレーザの温度、バイアス電流、変調電流を環境条件の関数として調整するために用いてよい。

## 【0015】

## 【発明の効果】

以上述べたように、本発明は内蔵型マイクロコント

(特開平 06-209290)

(7)

ローラを用いて、所望の最適値を与えることのできる光サブシステムを提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の内蔵型マイクロコントローラを初期化する際の工場における組立状態を表わすブロック図である。

【図2】 内蔵型マイクロコントローラを用いて、本発明による性能を最適化するための光再生器を示す図である。

【図3】 ドープされた光ファイバ増幅器装置内で用いられるマイクロコントローラの性能を最適化する他の実施例を示す図である。

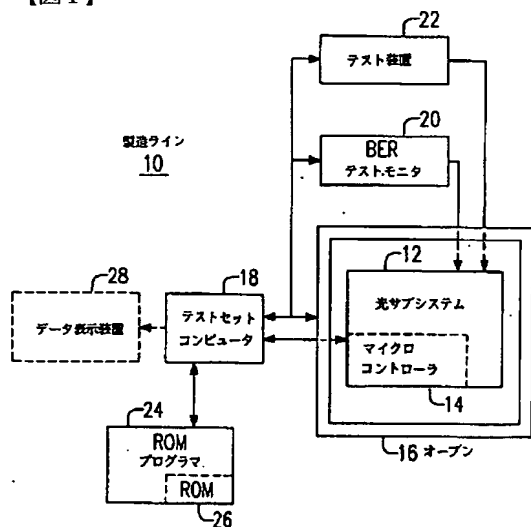
【符号の説明】

- 10 製造ライン
- 12 光サブシステム
- 14 マイクロコントローラ
- 16 オープン
- 18 テストセットコンピュータ
- 20 BERテストモニタ
- 22 テスト装置
- 24 ROMプログラマ
- 26 ROM

(8)

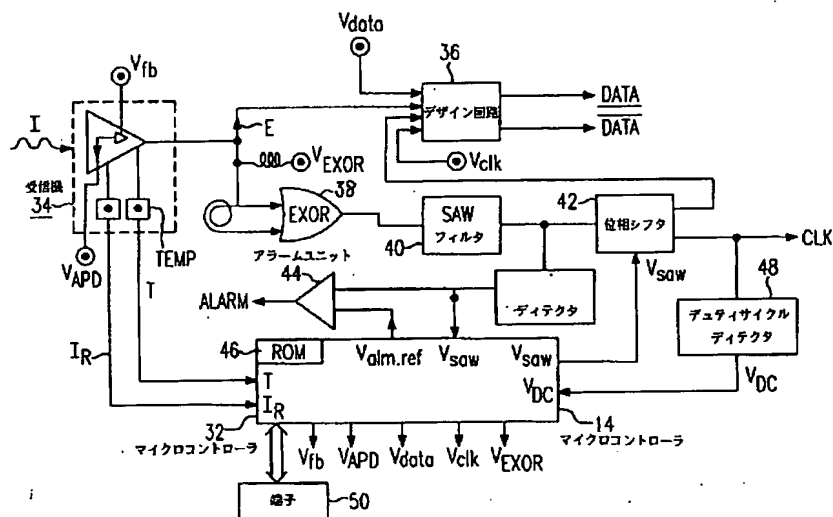
- 28 データ表示装置
- 30 再生器
- 32 マイクロコントローラ
- 34 受信機
- 36 デザイン回路
- 38 排他的ORゲート
- 40 SAWフィルタ
- 42 位相シフタ
- 44 アラームユニット
- 46 ROM
- 48 デュティサイクルディテクタ
- 50 端子
- 60 光ファイバ増幅器
- 62 第1波長マルチプレクサ
- 64 ドープされた光ファイバ
- 66 第2波長マルチプレクサ
- 68 マイクロコントローラ
- 70、72 ポンプソース
- 74 ROM
- 76、78 熱電子クーラ
- 80 外部端子

【図1】



【図 2】

30 再生器



【図 3】

